动　物　学　研　究　2011, Oct. 32(5): 549−555　　CN 53-1040/Q　ISSN 0254-5853
Zoological Research　　DOI：10.3724/SP.J.1141.2011.05549

桂西南喀斯特山地雉类的生态分布和空间生态位分析

余辰星, 杨　岗, 李　东, 周　放*

(广西大学 动物科学技术学院, 广西 南宁　530005)

摘要：桂西南喀斯特地区位于中国广西的西南部, 属于全球生物多样性热点地区。通过自 2003 年以来, 对该地区雉类进行的调查, 共记录到 7 种雉类, 分别是中华鹧鸪(*Francolinus pintadeanus*)、褐胸山鹧鸪(*Arborophila brunneopectus*)、棕胸竹鸡(*Bambusicola fytchii*)、灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracica*)、原鸡(*Gallus gallus*)、白鹇(*Lophura nycthemera*)和环颈雉(*Phasianus colchicus*)。对该地区雉类的生态分布状况及栖息地的植被类型和坡位等空间生态位进行分析和比较的结果表明, 原鸡的综合生态位最宽, 灰胸竹鸡第二, 最窄为中华鹧鸪。综合生态位重叠值最大的是中华鹧鸪——环颈雉和灰胸竹鸡——原鸡。分布范围狭窄、种群数量相对较少及生态适应性较低的褐胸山鹧鸪应该是该地区最易受到威胁的种类。

关键词：喀斯特; 石灰岩地区; 雉类; 分布; 生态位
中图分类号：Q958.11; Q959.725　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：0254-5853-(2011)5-0549-07

Ecological distribution and spatial niche of pheasants in the Karst mountains of southwest Guangxi Province, China

YU Chen-Xing, YANG Gang, LI Dong, ZHOU Fang*

(*College of Animal Sciences and Technology*, *Guangxi University*, *Nanning*　530005, *China*)

Abstract: The Karst mountain area along the Sino-Vietnam border of southwest Guangxi has been designated a “Global Biodiversity Hotspot” since 2003. We conducted a survey of pheasant species in this area, with seven species recorded, namely Chinese Francolin (*Francolinus pintadeanus*), Bar-backed Partridge (*Arborophila brunneopectus*), Mountain Bamboo Partridge (*Bambusicola fytchii*), Chinese Bamboo Partridge (*Bambusicola thoracica*), Red Junglefowl (*Gallus gallus*), Silver Pheasant (*Lophura nycthemera*) and Common Pheasant (*Phasianus colchicus*). Analysis and comparison of the distribution and spatial niche of these seven pheasant species revealed that Red Junglefowl had the widest spatial niche, while Chinese Francolin had the narrowest. The spatial niche overlap index was high between Chinese Francolin and the Common Pheasant, Chinese Bamboo Partridge, and Red Junglefowl. With narrow distribution range, small population, and lower ecological adaptability, it is likely that the Bar-backed Partridge is the most vulnerable pheasant species in this area. The results suggest more research and conservation measures are required for pheasant habitat protection in the Karst areas of southwest Guangxi.

Key words: Karst; Limestone area; Pheasant; Distribution; Niche breadth

鸡形目(Galliformes) 是鸟类中一个重要类群, 总共有 7 科 285 种, 分布于除南北极以外的世界各地(Zheng, 2002)。自 20 世纪 80 年代起, 我国学者开始对濒危雉类的野外生态开展了大量研究, 主要涉及种群结构与动态(Zhang & Zheng, 1990)、栖息地的选择(Shi & Zheng, 1997; Shi & Zheng, 1999)和行为(Zheng et al, 1989; Zhang et al, 1989)等, 早期多为对单独种类的生态学研究, 对多种雉类的生态位研究则起步较晚(Li et al, 2006; Chen et al, 2009; Li et al, 2010)。在国外, 生态位研究主要集中于生态位宽度和生态位重叠的估算与分析(Thompson & Gaston, 1999; Jehle et al, 2000; Brändle et al, 2002)。在 20 世纪 90 年代后期已广泛应用于生物种间关系(Schlosser et al, 1998)、群落结构 (Wissinger, 1992)、

收稿日期：2011-02-14；接受日期：2011-07-08
基金项目：国家自然科学基金资助项目(30360012；31172123)
*通讯作者(Corresponding author), E-mail: zhoufang@gxu.edu.cn
第一作者简介：余辰星，女，硕士研究生；研究方向：动物生态学；E-mail: yuchenxing108@gmail.com

种群进化 (Brown et al, 1995; Leibold, 1995)及栖息地研究 (Swihart et al, 2003)。同时, 国内也开展了通过生态位宽度和重叠值来分析鸟类种间关系的研究(Liu et al, 1989; Zhu et al, 1998), 近期多为对水鸟繁殖期的种间关系和空间生态位的研究(Li et al, 2006; Wang et al, 2008)。

桂西南喀斯特地区因其多样的地形地貌、差异明显的气候条件, 造就了复杂多样的生态环境和丰富而独特的生物多样性, 是中国生物多样性保护关键区域之一(China National Environmental Protection Agency, 1998), 也是具有全球意义的生物多样性关键地区(Myers et al, 2000)。长期以来, 由于人类活动的干扰, 桂西南喀斯特地区的原生植被受到了很大的破坏, 加上喀斯特生态系统本身的脆弱性, 对当地野生动物的生存构成了严重的威胁(Shu et al, 2009)。有学者指出, 鸡形目鸟类的生存状况在一定程度上可以作为反映当地森林类型、质量和保护状况的有效指标(Zhang et al, 2003), 而对于喀斯特地区雉类的生存状况至今未见报道。自 2003 年以来, 我们通过多年的定期和不定期的考察, 积累了较为全面的喀斯特地区雉类分布数据。本文对该地区雉类的生态分布状况及空间生态位进行分析和比较, 旨在系统认识该地区雉类的生态分布和空间生态位状况, 促进对喀斯特地区雉类的有效保护。

1 研究区域和方法

1.1 研究区域

桂西南喀斯特地区位于中国广西的西南部(图 1), 地处 E105°29′47.1″～108°6′11.4″, N22°9′27.3″～23°41′35.6″, 包括崇左市的天等、大新、扶绥、江州、龙州和百色市的那坡、德保、靖西等 8 个县, 总面积 2.13×10^6 hm^2。该地区地跨北热带和南亚热带, 具南亚热带气候向北亚热带气候过渡的特征, 年均温度 18～22 ℃, 年均降雨量 1100～1500 mm。

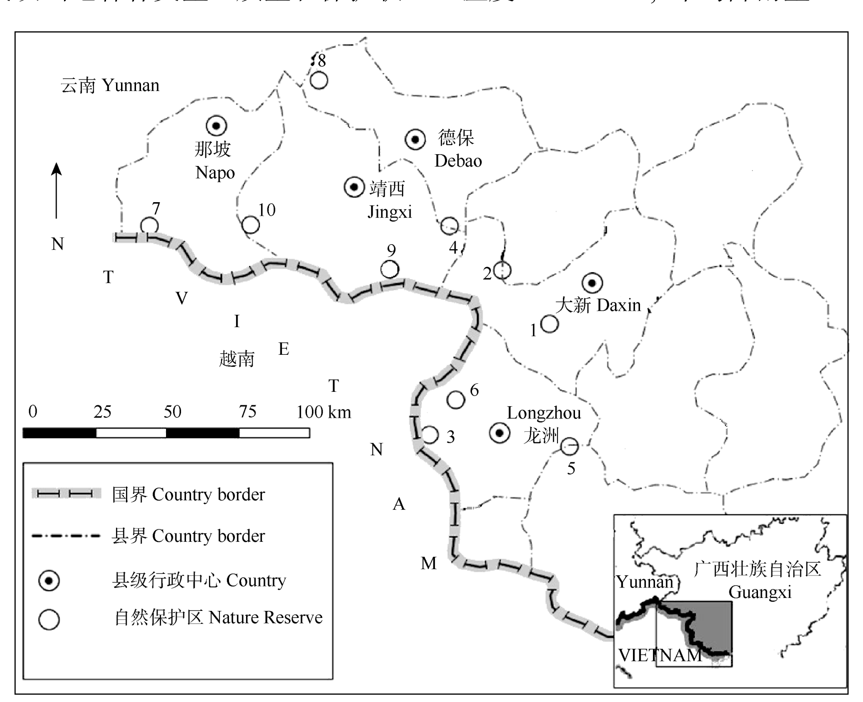


图 1 调查地点分布示意图

Fig. 1 Location of the sampling sites in Karst mountains, in southwest of Guangxi Province, China

1：恩城自然保护区(Encheng nature reserve); 2：下雷自然保护区(Xialei nature reserve); 3：春秀自然保护区(Chunxiu nature reserve); 4：古龙山自然保护区(Gulongshan nature reserve); 5：弄岗自然保护区(Nonggang nature reserve); 6：青龙山自然保护区(Qinglongshan nature reserve); 7：老虎跳自然保护区(Laohutiao nature reserve); 8：黄连山自然保护区(Huanglianshan nature reserve); 9：邦亮自然保护区(Bangliang nature reserve); 10：底定自然保护区(Diding nature reserve)。

区域内地形以中低山为主, 海拔高度一般在 500～1 000m, 相对高度 300～500 m。本地区的代表性植被为石灰岩季雨林和石灰岩常绿落叶阔叶混交林。由于人类长期不合理的开发利用, 原生植被遭到了很大的破坏。目前除了自然保护区和部分人迹少至的地方还保存着一些原生性较强的森林植被, 以及村庄周围保留的一些“风水林”外, 其余地方植被大多已被破坏或退化为灌丛疏林和灌木林。

1.2 野外调查

从 2003 年开始，我们对桂西南崇左市的大新、龙州和百色市的那坡、德保、靖西等县的恩城、下雷、春秀、古龙山、弄岗、青龙山、老虎跳、黄连山、邦亮、底定等 10 个生境保存较好的保护区进行野外调查(表 1)。每天 6:00—10:00 和 15:00—18:00 期间，选取各保护区喀斯特山地内的小路以 1～1.5 km/h 的速度进行调查，记录所发现(包括听到鸣叫)雉类的种类、生境类型及海拔高度。

1.3 数据分析

1.3.1 数据定义　植被类型：调查区域的植被分为季雨林、阔叶林、灌丛疏林、灌木林、林缘灌丛、低坡灌丛(即藤刺灌丛禾本科草坡(Zhang, 1992)、农田灌丛和竹林等 8 类。

坡位：根据桂西南喀斯特石山特殊的山体形状(图 2)：基部大，坡积裙发育完全，山顶较小，我们将整个山体划分为 6 个部分。若山高以 100%计，则由下至上可分为：0%——山底; 1%~15%——基部; 16%~35%——下部; 36%~65%——中部; 66%~90%——上部; ＞90%——顶部。

1.3.2 数据处理　生态位宽度测度使用 Shanon-Weaner 指数公式：

$$B=\sum_{i=1}^{s} Pi\ln Pi$$

式中，B 为生态位宽度，Pi 为种群利用的资源 i 与其所利用的资源总量之比，s 为资源项数。

生态位重叠测度使用 Schoener(1986)的重叠指数：

$$O_{jk}=1-1/2\sum_{i-1}^{s}\left|Pij-Pik\right|$$

表 1　桂西南喀斯特地区野外调查区域和时间

Tab. 1　Dates and locations of field surveys in Karst mountains in southwest of Guangxi Province, China

编号 [a] Number	自然保护区 Natural reserve	时间 Date	工作天数 Working days
1	恩城	2006-04; 2010-01—02	14
2	下雷	2006-01; 2006-06; 2007-02—03	21
3	春秀	2009-11	7
4	古龙山	2003-04; 2003-10; 2009-08—09	22
5	弄岗	2006-06—08; 2006-12; 2007-01—02	95
6	青龙山	2003-01; 2009-11	14
7	老虎跳	2003-04; 2003-08	14
8	黄连山	2003-07; 2003-11	14
9	邦亮	2006-05; 2006-11	14
10	底定	2006-05—08; 2006-11—12; 2007-01	150

[a] 编号与图 1 中的对应。The number representation is the same as in Fig. 1.

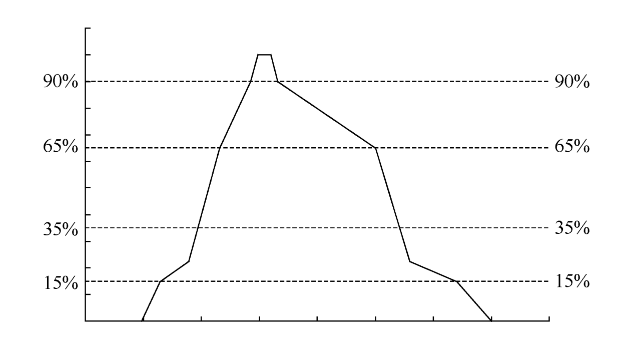


图 2　桂西南喀斯特石山山体形状示意图

Fig. 2　The shape of Karst mountains in southwest of Guangxi Province, China

其中，Pij 和 Pik 分别代表物种 j 和物种 k 对资源 i 占其所利用资源总量的比例；Ojk 为两物种的生态位重叠值，其取值范围是(0～1)，0 表示 j、k 生态位完全分离，1 表示完全重叠。

综合生态位宽度和生态位重叠测度使用和 α 法 (Cody, 1974; Li et al, 2003)，即：

$$\alpha_{ij}^{s}=\left[\sum_{k=1}^{k}\alpha_{ij}\left(A_k\right)\right]/n$$

式中，$\alpha_{ij}(A_k)$是第 k 个 A 资源的 α_{ij} 值。α^{s}_{ij} 是种 i 和 j 的 α 之和。

以上计算均通过 Microsoft office excel 软件完成。

2 结　果

2.1 雉类资源组成

本研究在桂西南喀斯特山地共记录到 7 种雉类，隶属于 1 科 6 属。详细情况见表 2。

表 2 桂西南喀斯特地区雉类名录

Tab. 2 A list of pheasants in Karst mountains in southwest of Guangxi Province, China

物种 Species	丰富度[a] Abundance rating
雉科 Phasianidae	
(1) 鹧鸪属 *Francolinus*	
1. 中华鹧鸪 *Francolinus pintadeanus*	+++
(2) 山鹧鸪属 *Arborophila*	
2. 褐胸山鹧鸪 *Arborophila brunneopectus*	+
(3) 竹鸡属 *Bambusicola*	
3. 棕胸竹鸡 *Bambusicola fytchii*	+
4. 灰胸竹鸡 *Bambusicola thoracica*	+++
(4) 原鸡属 *Gallus*	
5. 原鸡 *Gallus gallus*	++
(5) 鹇属 *Lophura*	
6. 白鹇 *Lophura nycthemera*	++
(6) 雉属 *Phasianus*	
7. 环颈雉 *Phasianus colchicus*	++

[a] 丰富度(Abundance rating); +为不常见, 少于 100 个个体(Not common, less than 100 individuals were seen during field survey); ++为常见, 超过 100 个个体(Common, more than 100 individuals were seen during field survey); +++为很常见, 超过 200 个个体(Rich, more than 200 individuals were seen during field survey)。

2.2 雉类在不同生境中的分布

7 种雉类在不同植被类型中出现的个体比例如图 3 所示。在林缘灌丛和灌丛疏林记录到的种类最多, 共有 6 种雉类活动, 但在每种的个体出现比例并不高, 均不超过 40%。

2.3 雉类在不同坡位的分布

7 种雉类在不同坡位上出现的个体比例如图 4 所示。在山体下部记录到的种类最多, 有 6 种雉类在此活动, 但每种的个体出现比例并不高, 最高仅为 52%。

2.4 生态位宽度和重叠值比较

2.4.1 生态位宽度比较 根据对 7 种雉类的生态位宽度的计算结果(表 3), 在植被类型的资源维度上, 7 种雉类均具有较宽的生态位(0.9 以上)。灰胸竹鸡和原鸡具有较宽的生态位宽度, 分别为 1.776 和 1.670。在坡位这一资源维度上, 生态位最宽的为原鸡(1.284), 最窄的为中华鹧鸪(0.394)。处理后的综合生态位宽度最宽的为原鸡(1.477), 灰胸竹鸡(1.439)排在第二位。除了最窄的中华鹧鸪(0.679)外, 其它 6 种雉类的综合生态位宽度均在 0.9 以上。

2.4.2 生态位重叠值比较 有 7 个种对在植被类型维度上的生态位重叠度大于 0.5(表 4)。重叠度最大的是褐胸山鹧鸪与白鹇(0.8), 最小的是褐胸山鹧鸪和环颈雉(0)。在坡位维度上, 有 2 个种对：中华鹧鸪——褐胸山鹧鸪和褐胸山鹧鸪——环颈雉重叠值为 0。重叠度超过 0.5 的有 5 个种对, 其中棕胸竹鸡与白鹇在这个维度的生态位重叠度最大, 达到 0.77。综合生态位重叠度超过 0.5 的有 5 个种对, 重叠值最大的是中华鹧鸪——环颈雉和灰胸竹鸡——原鸡均为 0.610。褐胸山鹧鸪与环颈雉的重叠值为 0。

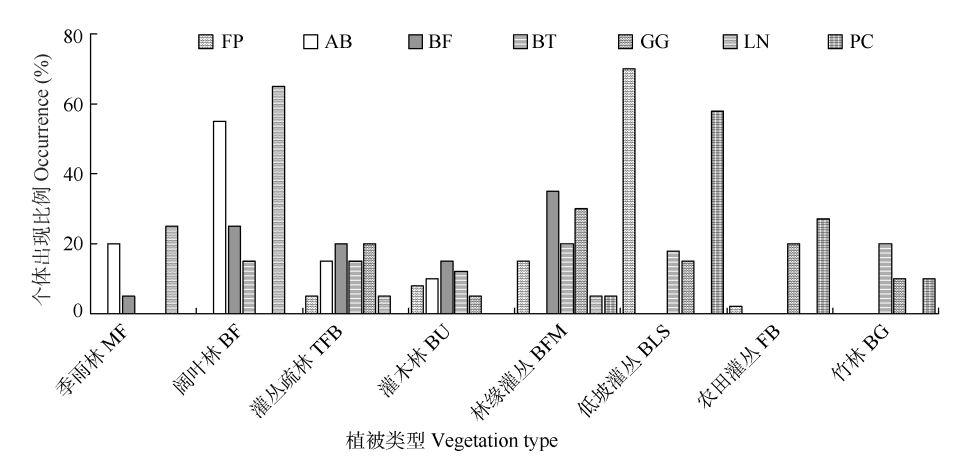


图 3 7 种雉类在各植被类型中的分布

Fig. 3 Distribution of seven pheasant species within different vegetation types

物种代码(Pheasant species and vegetation type abbreviation code)：FP：中华鹧鸪(*Francolinus pintadeanus*); AB：褐胸山鹧鸪(*Arborophila brunneopectus*); BF：棕胸竹鸡(*Bambusicola fytchii*); BT：灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracica*); GG：原鸡(*Gallus gallus*); LN：白鹇(*Lophura nycthemera*); PC：环颈雉(*Phasianus colchicus*)。

植被类型代码：MF：季雨林(Monsoon forest); BF：阔叶林(Broadleaf forest); TFB：灌丛疏林(Thin forest with bush); BU：灌木林(Bush); BFM：林缘灌丛(Bush on forest margin); BLS：低坡灌丛(Bush on lower slope); FB：农田灌丛(Farmland-bush); BG：竹林(Bamboo grove)。

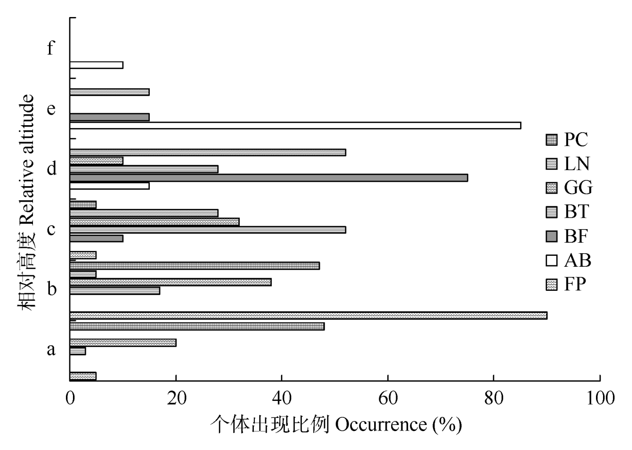


图 4　7 种雉类在不同坡位上的分布

Fig. 4　Distribution of seven pheasant species in different slopes

物种代码同图 3(Pheasant species and vegetation type abbreviation code is the same as in Fig. 3)。

坡位代码：a：山底(The base of a mountain); b：基部(1%−15% relative altitude of a mountain); c：下部(16%−35% relative altitude of a mountain); d：中部(36%−65% relative altitude of a mountain); e：上部(66%−90% relative altitude of a mountain); f：顶部(over 90% relative altitude of a mountain)。

3　讨　论

3.1　喀斯特地区雉类的分布状况

喀斯特地区的 7 种雉类分布在不同坡位上不同的生境类型中，它们的分布状况可以反映其对喀斯特环境资源利用的能力和对喀斯特生态系统的适应性。中华鹧鸪主要见于山基部的低坡灌丛；褐胸山鹧鸪主要见于中、上部的季雨林和阔叶林；棕胸竹鸡在中部的阔叶林、灌丛疏林及林缘的灌丛活动；灰胸竹鸡在山中部以下。除了季雨林和农田灌丛之外的所有生境都有记录；原鸡多在山中部以下的各

表 3　7 种雉类在各维度上的生态位宽度

Tab. 3　Niche breadth of seven pheasant species in different dimensions

物种 Species	植被类型 Vegetation type	坡位 Slope	综合 2-dimemsions
FP	0.96	0.39	0.68
AB	1.17	0.69	0.93
BF	1.47	0.73	1.10
BT	1.78	1.10	1.44
GG	1.67	1.28	1.48
LN	0.93	1.13	1.03
PC	1.05	0.86	0.95

物种代码同图 3(pheasant species and vegetation type abbreviation code is the same as in Fig. 3)

表 4　7 种雉类生态位重叠

Tab. 4　Niche overlap between seven pheasant species in different dimensions

	物种(Species)	AB	BF	BT	CG	LN	PC
植被类型 Vegetation type	FP	0.13	0.28	0.41	0.42	0.10	0.65
坡位 Slope		0.00	0.05	0.25	0.48	0.10	0.57
综合 2-dimensions		0.07	0.17	0.33	0.45	0.10	0.61
植被类型 Vegetation type	AB		0.55	0.35	0.20	0.80	0.00
坡位 Slope			0.30	0.15	0.10	0.30	0.00
综合 2-dimensions			0.43	0.25	0.15	0.55	0.00
植被类型 Vegetation type	BF			0.57	0.55	0.40	0.05
坡位 Slope				0.38	0.20	0.77	0.05
综合 2-dimensions				0.48	0.38	0.59	0.05
植被类型 Vegetation type	BT				0.60	0.20	0.28
坡位 Slope					0.62	0.61	0.25
综合 2-dimensions					0.61	0.41	0.27
植被类型 Vegetation type	CG					0.10	0.50
坡位 Slope						0.43	0.63
综合 2-dimensions						0.27	0.57
植被类型 Vegetation type	LN						0.05
坡位 Slope							0.10
综合 2-dimensions							0.08

物种代码同图 3(Pheasant species and vegetation type abbreviation code is the same as in Fig. 3).

类灌丛中活动；白鹇多在山中部的阔叶林中活动；环颈雉主要见于山底部和基部的低坡灌丛和农田灌丛。其中，灰胸竹鸡和原鸡活动范围最广，它们的综合生态位最宽，可以认为它们对喀斯特山地资源利用能力都很高，对喀斯特石山地区的空间适应性比较强。中华鹧鸪和褐胸山鹧鸪的活动范围最小，在坡位维度和综合生态位都最窄，可以认为它们对喀斯特山地的垂直适应性较差，对不同坡位的资源利用能力较低，导致其在喀斯特地区的分布受到一定的限制。虽然，中华鹧鸪生态位较窄，但数量并不少。中华鹧鸪喜欢在人为干扰较大的山基部低坡灌丛活动，有可能是其已经完全适应人类活动的干扰，通过调整自身的生态适应性从而维持了种群的稳定。而褐胸山鹧鸪在两个维度的分布范围都比较狭窄，种群数量也相对较少，这可能是因为其对被破坏或已退化的森林资源利用能力差，限制了种群的发展，导致其生存状况日趋恶化。在栖息地面积减小和质量下降的大背景下，分布范围狭窄、种群数量稀少及生态适应性较低的褐胸山鹧鸪应该是最容易受到威胁的种类。

3.2 生态位重叠与竞争

在喀斯特地区分布的 7 种雉类中，中华鹧鸪与环颈雉、灰胸竹鸡与原鸡的重叠程度相对较大，它们是否会因在同域分布而对栖息地资源存在竞争？有学者认为，仅仅单独依据生态位重叠程度确定是否存在竞争是不可靠的(Zhou & Fang, 2000)。灰胸竹鸡和原鸡在 7 种雉类中它们的生态位重叠值最高，可是它们在每种生境的分布比例都不是很大，其相互遇见的几率也较低，我们在调查期间也未曾见过这两种雉类在小范围内同时出现，可以认为它们之间并不存在明显的对栖息地资源的竞争。然而，仅根据对空间生态位的分析，还不能说明雉类对喀斯特地区其他资源是否存在竞争，而对于喀斯特地区同域分布的 7 种雉类的共存机制也有待开展更深入的研究。

3.3 喀斯特地区雉类的威胁因素

岩溶生境是一种脆弱的生态环境系统，石灰岩地区的森林植被一旦遭到破坏便难以恢复(Li et al, 2002)。桂西南喀斯特地区的经济较为落后，且适合耕作的土地面积有限，在喀斯特峰丛之间的谷地和洼地几乎都已开垦成农地，部分石山下部和基部比较平缓的坡积裙也已被开垦，很难有完整的连片自然植被。从该地区的雉类组成结构来看，主要是由中华鹧鸪、竹鸡等喜好灌丛生境的种类组成，缺乏锦鸡属或长尾雉属等比较典型的森林雉类。这是长期自然选择的结果还是由于近几十年来人为破坏造成当地森林面积减小而导致原有的森林雉类种群灭绝，还需对当地雉类历史分布记录进行调查取证；但对于现有的褐胸山鹧鸪和白鹇等森林依赖型雉类，连片植被的破坏使它们失去了适宜的生境，而生境的破碎使各个种群相互隔离，加速了种群的衰退。调查结果表明，农田灌丛生境仅记录有 3 种雉类，从种类和数量上来看都远不及保护区核心区内未开垦的自然生境。因此，对于在此分布的各种雉类来说，栖息地的破碎和丧失是最重要的威胁因素。

此外，在调查期间，发现当地仍有群众放置套子或者鸟网来捕捉鸟类，非法狩猎现象十分严重，这也是喀斯特山地雉类面临的威胁之一。另外，繁殖季节我们多次观察到原鸡来到村子周围与当地放养的家鸡交配，这种情况对当地野生原鸡种群的遗传纯洁度也有一定的影响。

参考文献：

Brändle M, Prinzing A, Pfeifer R, Brandl R. 2002. Dietary niche breadth for central European birds: correlations with species-specific traits [J]. *Evol Ecol Res*, **4**: 643-657.

Brown JH, Mehlman DW, Stevens GC. 1995. Spatial variation in abundance [J]. *Ecology*, **76**: 028-2043.

Chen JH, Huang XF, Lu CH, Yao XP, Yu ZP. 2009. Spatial niches of Syrmaticus Ellioti and Lophura Nycthemera in autumn and winter [J]. *Chn J Ecol*, **28**(12): 2546-2552. [陈俊豪, 黄晓凤, 鲁长虎, 姚小华, 余泽平. 2009. 白颈长尾雉与白鹇秋冬季空间生态位比较. 生态学杂志, **28**(12): 2546-2552.]

China National Environmental Protection Agency, 1998. The Chinese Biodiversity Conditions Research Report [M]. Beijing: China Environmental Science Press. [国家环保局. 1998. 中国生物多样性国情研究报告. 北京: 中国环境科学出版社.]

Cody ML. 1974. Competition and the Structure of Bird Communities [M]. Princeton: Princeton University Press.

Jehle R, Bouma P, Sztatecsny M, Arntzen JW. 2000. High aquatic niche overlap in the newts *Triturus cristatus* and *T. mamoratus* (Amphibia, Urodela) [J]. *Hydrobiology*, **437**: 149-155.

Leibold MA. 1995. The niche concept revisited: mechanistic models and community context [J]. *Ecology*, **76**: 1371-1382.

Li J, Zhu JZ, Zhu QK. 2003. A review on niche theory and niche metrics [J]. *J Beijing For Univ*, **25**(1): 100-107. [李契, 朱金兆, 朱清科. 2003.生态位理论及其测度研究进展. 北京林业大学学报, **25**(1):100-107.]

Li JY, Li SP, Sun YF, Wu YF, Wu ML. 2006. Population dynamics and breeding space niche of four heron species in tanghai wetlands [J].

Zool Res, **27**(4): 351-356.

Li N, Zhou W, Li W, Zhang Q, Wang XR. 2010. Comparison of roosting habitat characteristics of two sympatric pheasants during springtime at Dazhong Mountain, southwestern China [J]. *Chn Birds*, **1**(2): 132-140.

Li W, Zhou W, Zhang XY, Cao M, Zhang RG. 2006. Spring foraging sites of three pheasants at nanhua part in Ailaoshan National Nature Reserve [J]. *Zool Res*, **27**(5): 495-504. [李伟, 周伟, 张兴勇, 曹明, 张仁功. 2006. 哀牢山国家级自然保护区南华片三种雉类春季取食地利用比较. 动物学研究, **27**(5): 495-504.]

Li YB, Hou JJ, Xie DT. 2002. The recent development of research on karst ecology in southwest China [J]. *Sci Geograph Sin*, **22**(3): 365-370. [李阳兵, 侯建筠, 谢德体. 2002.中国西南岩溶生态研究进展. 地理科学 **22**(3): 365-370.]

Liu NF, Li Y, Liu JZ. 1989. Studies of interspecific relationship between Great Tit and Willow Tit [J]. *Zool Res*, **10**(4): 277-284. [刘廼发, 李岩, 刘敬泽. 1989. 大山雀和褐头山雀种间关系研究. 动物学研究, **10**(4): 277-284.]

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Da Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities [J]. *Nature*, **403**(6772): 853-858.

Schoener TW. 1986. Resource Partitioning in Community Ecology: Pattern and Process [M]. Melbourne : Blackwell Scientific, 91-126.

Shi HT, Zheng GM. 1999. Study on the relation between habitat selection and diet of Temminck's Tragopan [J]. *Zool Res*, **20**(2): 131-136. [史海涛,郑光美. 1999.红腹角雉取食栖息地选择的研究. 动物学研究, **20**(2): 131-136.]

Shi JB, Zheng GM. 1997. The seasonal changes of habitats of Elliot's Pheasant [J]. *Zool Res*, **18(**3): 275-283. [石建斌, 郑光美. 1997.白颈长尾雉栖息地的季节变化. 动物学研究, **18**(3): 275-283.]

Shu XL, Zhou F, Li YL, Du Y. 2009. The current situation and conservation of the threatened animals in limestone region in southwestern China [J]. *Genom Appl Biol*, **28**(4): 828-834. [舒晓莲, 周放, 李一琳, 杜寅. 2009. 中国西南部石灰岩地区受威胁动物的现状及保护. 基因组学与应用生物学, **28**(4): 828-834.]

Swihart RK, Gehring TM, Kolozsvary MB, Nupp TE. 2003. Responses of 'resistant' vertebrates to habitat loss and fragmentation: the importance of niche breadth and range boundaries [J]. *Divers Distrib*, **9**(1): 1-18.

Thompson K, Gaston KJ. 1999. Range size, dispersal and niche breadth in the herbaceous flora of central England [J]. *Ecology*, **87**: 150-155.

Wang WK, Zhou CQ, Long S, Yang WZ, Liu YD, Hu JC. 2008. Spartial niche and interspecific relationships of Ardeidae birds in Nanchong Taihe Little Egret Nature Reserve [J]. *Sichuan J Zool*, **27**(2): 178-182. [王维奎, 周材权, 龙帅, 杨文仲, 刘延德, 胡锦矗. 2008.四川南充太和鹭科鸟类群落空间生态位和种间关系.四川动物, **27**(2): 178-182.]

Wissinger SA. 1992. Niche overlap and the potential for competition and intraguild predation between size-structured populations [J]. *Ecology*, **73**: 1431-1444.

Zhang JP, Zheng GM. 1990. The studies of the population number and structure of Cabot's Tragopan (*Tragopan caboti*) [J]. *Zool Res*, **11**(4): 291-297. [张军平, 郑光美. 1990.黄腹角雉的种群数量及其结构研究. 动物学研究, **11**(4): 291-297.]

Zhang ML, 1992. A review of forest vegetation and the rree species for afforestation in karst moutain regions of south China [J]. *Guanyxi Forest Sci*, **21**(2): 74-78. [张美良.1992. 南方岩溶石山区森林植被及绿化造林树种综述. 广西林业科技, **21**(2): 74-78.]

Zhang ZW, Yin RL, Zheng GM. 1989. Feeding activity of the Cabot's Tragopan during the breeding season in captivity [J]. *Zool Res*, **10**(4): 333-339. [张正旺, 尹荣伦, 郑光美. 1989. 笼养黄腹角雉繁殖期取食活动性的研究. 动物学研究, **10**(4): 333-339.]

Zhang ZW, Ding CQ, Ding P, Zheng GM. 2003. The current status and a conservation strategy for species of Galliformes in China [J]. *Biodivers Sci*, **11**(5): 414-421. [张正旺, 丁长青,丁平, 郑光美．2003.中国鸡形目鸟类的现状与保护. 生物多样性, **11**(5): 414-421.]

Zheng GM, Yin RL, Zhang ZW, Liu ZX, Zhou HQ. 1989. Courtship display behaviour of Cabot's Tragopan [J]. *Acta Zool Sin*, **35**(3): 328-332. [郑光美, 尹荣伦, 张正旺, 刘宗行, 周洪青. 1989. 黄腹角雉的求偶炫耀行为. 动物学报, **35**(3): 328-332.]

Zheng GM. 2002. A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of the World [M]. Beijing: Science Press, 328-332. [郑光美. 2002.世界鸟类的分类与分布名录[M]. 北京:科学出版社, 328-332.]

Zhou F, Fang HL. 2000. On the interspecific niche relationship between two species of Wren Warbler [J]. *Zool Res*, **21**(1): 52-57. [周放, 房慧伶. 2000.两种鹪莺的中间生态位关系研究. 动物学研究, **21**(1): 52-57.]

Zhu X, Zhang LX, Liang J, Xuan ZC. 1998. Spatial niche and interspecific relationships of ardeidae birds in taigongshan hill, Zhejiang [J]. *Zool Res*, **19**(1): 45-51. [朱曦, 章立新, 梁峻, 宣志灿. 1998.鹭科鸟类群落的空间生态位和种间关系. 动物学研究, **19**(1): 45-51.]